Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 1-11

Determination of the Most Suitable Time for Harvesting Olive (*Olea europea* L.) Fruits 'Yellow' and 'Arbequina' Cultivars Based on Physiologic Characteristics

S. Keivanfar[1], D. Hashemabadi[1*], B. Kaviani[1]

1- Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
(*- Corresponding Author Email: davoodhashemabadi@yahoo.com)

Received: 12-02-2022 Revised: 17-12-2022 Accepted: 10-01-2023 Available Online: 10-01-2023	**How to cite this article:** Keivanfar, S., Hashemabadi, D., & Kaviani, B. (2025). Determination of the most suitable time for harvesting olive (*Olea europea* L.) fruits 'Yellow' and 'Arbequina' cultivars based on physiologic characteristics. *Journal of Horticultural Science, 39*(1), 1-11. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2023.75205.1138

Introduction

Olive (*Olea europea* L.) fruit ripening is a slow and long process and has a great impact on fruit quality, including the amount of oil. Also, interrupting the harvest and extraction of olive oil causes unfavorable conditions in this fruit. Therefore, it is important to determine the best time to harvest the fruit. Olive oil has unsaturated fatty acids and has an antioxidant activity. The analysis of maturation stages is a prerequisite for fruit harvest time in each cultivar and quality of olive products. The time of harvest and maintenance after harvest is two important factors in the quality and quality of olive fruit oil. The exact determination of olive harvest time depends on the geographical area, cultivar and climate, agronomic and fruiting conditions. Study on different olive cultivars in different regions of Iran and the world revealed that fruit harvest time plays an effective role on the morphological, physiological and metabolic parameters of fruit. The approximate time of olive fruit harvest is in different geographical points, November and October. The purpose of this study was to investigate the right time of olive fruit harvesting 'Arbequina' and 'Yellow' cultivars for obtaining maximum quality of fruit and oil.

Materials and Methods

A factorial experiment containing two factors; cultivar in two levels ('Yellow' and 'Arbequina') and harvest time in six levels (24^{th} and 31^{th} October, and 7^{th}, 14^{th}, 21^{th} and 28^{th} November) based on a completely randomized block design with two factors in 12 treatments, 3 replicates and 36 experimental units was done to determine the appropriate harvest time and its effect on oil quality. Physiologic parameters; percentage of oil, amount of phenolic compounds, degree of peroxidation, amount of oleic acid, force of separation of fruit from tail and acidity were evaluated. This research was conducted at the olive research station in Rudbar city in southern Guilan province using the removed olives from the Manjil ETKA station. The 6 trees from two cultivars; 'Arbakkin' and 'Yellow' (from each 3 tree) which were similar in terms of height, age, crown diameter, mean conditions and irrigation were evaluated. Trees were planted at 6 × 8 m intervals. After selecting trees, from each tree, 2 to 3 kg of olive was randomly harvested. In fruits with tail, the force needed to separate the tail of the fruit was measured by the force assessment device. Standard method numbers 4178 and 4179 standard institutes and industrial research of Iran were used to measure acidity and olive oil peroxide, respectively. Polyphenols were measured with spectrophotometer. To determine the percentage of oil, saccule was used. For measurement of oleic acid, gas chromatography (GC) was used. Data were analyzed using SAS software and their average comparison was done by Duncan.

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.75205.1138

Results and Discussion

Mean comparison of the interaction effect between cultivar and harvest time showed that the highest acidity of the fruit was obtained in 'Arbequina' cultivar, respectively harvested at two times 31^{th} and 24^{th} October. The highest fruit peroxide value and the highest percentage of oleic acid were calculated in 'Yellow' cultivar in 24^{th} October. The highest value of polyphenol was obtained in 'Yellow' cultivar on 7^{th} November. The highest percentage of fruit oil was obtained in 'Arbequina' cultivar on 31^{th} October. The lowest force to separate the tail from the fruit was applied in 'Arbequina' cultivar on 31^{th} October. The results showed that the best time to harvest 'Yellow' cultivar is 7^{th} November and for 'Arbequina' cultivar is 14^{th} November. The study on several olive cultivars in China showed that the most suitable fruit harvest time was in late October until mid-November. There was an adverse significant correlation between changes in total sugar content in fruit and leaf and oil accumulation in the fruit. The quality of fruit depends mainly to the type of cultivar, genetic characteristics, maturity and environmental conditions. Study on some olive cultivars showed that the ratio between sugars is different in various stages of fruit maturity and between different cultivars of olive fruit. Some studies have shown that the most suitable time of olive fruit harvest for canned preparation is early September and for extraction of oil, late September. Fruits should be harvested when they have the highest oil accumulation. The study on 'Koroneiki' and 'Mission' cultivars in Gorgan region showed that the amount of oil in the dry matter and the percentage of free fatty acids increased with increasing degree of maturity, while peroxide value was reduced. One of the causes of peroxide value reduction during maturity is reduction in lipoxygenase enzyme activity. This enzyme increases the peroxide value by effect on linolenic acid and linoleic acid. Based on these results, the best time to harvest for the above cultivars is early in December.

Conclusions

Harvest time and proper storage after harvest are two important factors of olive oil quantity and quality. In both cultivars, a longer delay in harvesting compared to the mentioned-above dates increases the percentage of oil, but it has a negative effect on the reproductive stages of the next year, and perhaps one of the causes of olive aging is excessive delay in harvesting. It is important to pay attention to the above two items.

Keywords: Fruit quality, Oil fruits, Oleic acid, Olive cultivars, Phenolic compounds

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱٤۰٤، ص. ۱۱-۱

تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زیتون (*Olea europea* L.) ارقام 'زرد' و 'آربکین' براساس ویژگی‌های فیزیولوژیک

سعیده کیوانفر[۱]- داود هاشم‌آبادی[۱*]- بهزاد کاویانی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰

چکیده

میوه زیتون (*Olea europea* L.) از خانواده Oleaceae، دارای اسیدهای چرب غیراشباع است و نقش آنتی‌اکسیدانی دارد. ویژگی تجزیه و تحلیلی مراحل بلوغ، یک پیش‌نیاز برای زمان برداشت میوه در هر رقم و کیفیت محصولات زیتون است. ایجاد وقفه بین برداشت و استحصال روغن زیتون، باعث ایجاد شرایط نامطلوب در این میوه می‌شود. بنابراین، تعیین بهترین زمان برداشت میوه حائز اهمیت است. برای تعیین زمان مناسب برداشت و اثر آن روی کیفیت روغن، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور شامل رقم در دو سطح (زُرد و آُربکین) و زمان برداشت در شش سطح (۳، ۱۰، ۱۷ و ۲۴ آبان و ۱ و ۸ آذر) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. شاخص‌های فیزیولوژیک از جمله درصد روغن، میزان ترکیبات فنولیک، درجه پراکسیداسیون، مقدار اسید اولئیک، اسیدیته و نیروی جداسازی میوه از دم ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بالاترین درصد روغن میوه (۵۴ و ۵۲ درصد)، به‌ترتیب در رقم آُربکین برداشت‌شده در دو زمان هشتم و اول آذر به‌دست آمد. پایین‌ترین درصد روغن میوه (۴۵ درصد) نیز در میوه رقم زُرد برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان به‌دست آمد. همچنین بالاترین غلظت پلی‌فنل (۸۱۵/۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و اسید اولئیک (۷۷/۸۹ درصد)، به‌ترتیب در رقم زُرد برداشت‌شده در سوم آبان و اول آذر به‌دست آمد. علاوه‌براین بیشترین (۶/۳۰ نیوتن) و کمترین (۳/۲۰ نیوتن) نیروی لازم برای جدا کردن دم از فرابر، به‌ترتیب در میوه‌های رقم زُرد و آُربکین برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان و هشتم آذر به‌کار گرفته شد. در مجموع، نتایج نشان داد که مناسب‌ترین زمان برای برداشت رقم زُرد، ۱۷ آبان و برای رقم آُربکین، ۲۴ آبان است.

واژه‌های کلیدی: ارقام زیتون، اسید اولئیک، ترکیبات فنولیک، کیفیت میوه، میوه‌های روغنی

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) متعلق به خانواده Oleaceae و زیرخانواده Oleideae است. این خانواده، ۲۰ جنس و ۴۰۰ گونه دارد. بیش از ۱۱ میلیون هکتار از زیتون‌هایی که در جهان در حال رشد هستند، ۹۸ درصد آن در اقلیم مدیترانه‌ای قرار دارند. زیتون یکی از مهم‌ترین درختان میوه در این منطقه است (Rallo *et al*., 2018). گل‌آذین زیتون، خوشه‌ای است و هر گل‌آذین دارای ۵ تا ۲۵ گل کامل می‌باشد. نوع میوه زیتون، شفت است. روغن زیتون دارای اسیدهای چرب غیراشباع است و نقش آنتی‌اکسیدانی دارد. حدود ۹۰ درصد زیتون‌های تولیدی در جهان برای تهیه روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد و ۱۰ درصد آن به‌عنوان خوراکی (کنسروی) مصرف می‌شود (Rezaei Kalaj *et al*., 2020)، اگرچه در ایران استفاده به‌صورت روغن و کنسروی، درصد تقریباً برابری را به خود اختصاص می‌دهند (Zeinanloo & Zeinaloo, 2014).

تعیین به‌موقع مراحل بلوغ زیتون روی شاخه، یک بصیرت و بینش به‌صورت مدیریت مناسب در محل را فراهم می‌آورد (Khosravi *et al*., 2021). ویژگی تجزیه و تحلیلی مراحل بلوغ، یک پیش‌نیاز برای زمان برداشت میوه در هر رقم و کیفیت محصولات زیتون محسوب می‌شود (Emmanouilidou *et al*., 2020). زمان برداشت و نگهداری مناسب بعد از برداشت، دو عامل

۱- گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
(*- نویسنده مسئول:
(Email: davoodhashemabadi@yahoo.com
https://doi.org/10.22067/jhs.2023.75205.1138

مهم کمیت و کیفیت روغن میوه زیتون هستند. تعیین دقیق زمان برداشت زیتون بستگی به منطقه جغرافیایی، رقم و شرایط اقلیمی، زراعی و باردهی دارد (Asefie Najaf Abadi *et al*., 2010; Jami *et al*., 2016). رسیدن میوه زیتون یک فرآیند درازمدت و آهسته است. برداشت زودهنگام باعث کاهش عملکرد میوه و برداشت دیرهنگام باعث افزایش ریزش میوه می‌شود. زمان برداشت نامناسب روی کمیت و کیفیت میوه در سال بعد نیز تأثیرگذار است (Ferguson *et al*., 2010). هنگامی‌که رنگ پوست میوه از سبز به زرد سپس قرمز و در نهایت به رنگ بنفش تیره درآمد، زمان مناسب برداشت میوه برای استخراج روغن و بهره‌برداری از آن است (Jami *et al*., 2016). وزن میوه‌ها با نزدیک شدن به زمان برداشت تا مرحله بلوغ افزایش می‌یابد. تأخیر در زمان برداشت میوه، تعادل برخی هورمون‌های درون‌زا از جمله جیبرلین‌ها را بر هم می‌زند، که این امر روی فراوانی جوانه‌های رویشی و زایشی تأثیرگذار است، به‌طوری‌که درصد جوانه‌های رویشی سال بعد افزایش و درصد جوانه‌های زایشی کاهش می‌یابد (Jami *et al*., 2016).

مدت زمان نگهداری میوه‌ها قبل از عمل روغن‌کشی، دلیل اصلی افزایش اسیدیته روغن زیتون و کاهش کیفیت آن است. ترکیب اسیدهای چرب بین ارقام مختلف زیتون، تفاوت معنی‌داری دارد. زمان برداشت میوه زیتون قابل پیش‌بینی است. زمان برداشت نقش بسیار مؤثری بر کیفیت میوه دارد (Khosravi *et al*., 2021) و روی همه ترکیبات آلی از جمله روغن‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های آن اثرگذار است. مقدار اسیدهای چرب موجود در میوه زیتون وابسته به نوع و مرحله فرآوری می‌باشد. اسید اولئیک مهم‌ترین اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در روغن زیتون است که عامل متمایزکننده روغن زیتون با سایر روغن‌های خوراکی می‌باشد (Zeinanloo & Zeinaloo, 2014). مطالعه روی ارقام مختلف زیتون در مناطق مختلف زیتون‌خیز ایران و جهان مشخص نمود که زمان برداشت میوه، نقش مؤثری روی شاخص‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و متابولیک میوه دارد (Nergiz & Ergönül, 2009; Asefie Najaf Abadi *et al*., 2010; Jami *et al*., 2016; Kong *et al*., 2019; Emmanouilidou *et al*., 2020). زمان تقریبی برداشت میوه زیتون در نقاط مختلف جغرافیایی، آبان و آذر است (Asefie Najaf Abadi *et al*., 2010; Kong *et al*., 2019).

زمان رسیدن میوه زیتون تأثیر به‌سزایی بر میزان روغن آن دارد. نتایج برخی مطالعات نشان داد که بیشترین مقدار روغن در میوه‌ها در انتهای دوره رشد نهایی تجمع می‌یابد (Asefie Najaf Abadi *et al*., 2010). تجمع روغن پس از سخت شدن هسته آغاز می‌شود (Ravetti, 2008). با وجود تفاوت‌های بین ارقام و شرایط رشد زیتون، علت اصلی تفاوت در ویژگی‌های کیفی روغن، مربوط به بلوغ میوه و زمان برداشت است (Hamidoghli *et al*., 2008). زمان برداشت میوه زیتون، در ارقام مختلف متفاوت است و روی بو، طعم، سفتی، رنگ و اندازه میوه، همچنین روی جدا شدن گوشت میوه از هسته و پذیرش مصرف‌کنندگان اثرگذار می‌باشد. علاوه‌براین، ایجاد وقفه بین برداشت و استحصال روغن زیتون باعث ایجاد شرایط نامساعد و تغییرات مورفولوژیک نامطلوب در این میوه می‌گردد، لذا تعیین و تشخیص زمان مناسب برداشت بسیار حائز اهمیت است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی زمان مناسب برداشت میوه زیتون ارقام 'آربکین' (Arbequina) و 'زرد' (Yellow) برای دست‌یابی به حداکثر کیفیت میوه و روغن بود.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان رودبار واقع در جنوب استان گیلان با طول شرقی ۴۹° ۳۱′ و عرض شمالی ۳۶° ۳۸′، ارتفاع از سطح دریا ۵۰۰ متر در مسیر دره سفیدرود در مرکز سلسله جبال البرز با استفاده از زیتون‌های برداشت‌شده از ایستگاه اتکا منجیل (شکل ۱) انجام شد. متوسط دمای سالیانه این منطقه، ۱۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی آن، ۳۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌لیتر است. آبیاری به‌روش قطره‌ای بود و تغذیه با کود NPK (۴۰۰ کیلوگرم نیترات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم پتاس و ۱۲۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار) در اواخر فصل زمستان انجام گرفت.

مواد گیاهی

تعداد شش درخت از دو رقم آربکین' و زُرد' (از هر رقم سه درخت) که از نظر ارتفاع، سن، قطر تاج، شرایط تغذیه و آبیاری مشابه بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. درختان به فواصل ۶ × ۸ متر کاشته شده بودند.

مراحل انجام آزمایش

پس از انتخاب درختان، باغ زیتون به بلوک‌های مورد نظر تقسیم‌بندی و علامت‌گذاری شد. هر هفته در تاریخ‌های مشخص، از هر درخت، دو تا سه کیلوگرم زیتون به‌طور تصادفی برداشت شد. میوه‌های زیتون (شکل ۱) چیده‌شده بلافاصله به یخچال ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار منتقل شدند. در میوه‌های دارای دم، نیروی مورد نیاز برای جداسازی دم از میوه توسط دستگاه نیروسنج اندازه‌گیری شد. میوه‌ها برای استخراج روغن، شست‌وشو شدند و روغن آن‌ها توسط دستگاه روغن‌کشی آزمایشگاهی، استخراج و برای انجام اندازه‌گیری‌های دیگر به آزمایشگاه منتقل شدند.

طرح آزمایش و تیمارها

این مطالعه در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. دو فاکتور مورد استفاده شامل رقم زیتون در دو سطح ('زرد' و 'آربکین') و زمان برداشت میوه در شش سطح (۳، ۱۰، ۱۷ و ۲۴ آبان و ۱ و ۸ آذر) با سه تکرار بودند.

اندازه‌گیری صفات

تعداد ۱۰ عدد میوه (در تاریخ‌های مورد نظر) به‌طور تصادفی از نقاط مختلف تاج درخت انتخاب شدند و نیروی لازم برای جدا کردن میوه از دم توسط پنترومتر (مدل S0052022) اندازه‌گیری شد و اعداد مشاهده‌شده بر حسب نیوتن یادداشت شدند.

از روش استاندارد شماره ۴۱۷۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای اندازه‌گیری پراکسید روغن زیتون استفاده شد (Parvaneh, 2010). ابتدا پنج گرم نمونه روغن در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و ۳۰ میلی‌لیتر حلال پراکسید (محلول اسید استیک-کلروفرم) به آن افزوده و به هم زده شد تا روغن در حلال حل گردد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول پتاسیم یدید اشباع به آن افزوده شد و به‌خوبی به هم زده شد و به‌مدت یک دقیقه در تاریکی نگهداری گردید. بعد از گذشت یک دقیقه، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر چسب نشاسته به محلول اضافه شد. اگر محلول بعد از افزودن چسب نشاسته تغییر رنگ نداد، عدد پراکسید صفر است و اگر تغییر رنگ داد، محلول تا از بین رفتن رنگ تیره و رسیدن به رنگ زرد با سدیم تیوسولفات ۰/۱ نرمال تیتر می‌شود تا بی‌رنگ گردد. عدد پراکسید توسط معادله ۱ محاسبه گردید.

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{\text{حجم مصرفی تیو سولفات سدیم} \times 10}{\text{وزن اولیه نمونه (گرم)}} \quad (۱)$$

ازآنجایی‌که در روش استاندارد مذکور، مقدار پنج گرم روغن برای تعیین عدد پراکسید کافی می‌باشد، پس از برداشت میوه، مقدار دو کیلوگرم از محصول هر کرت برای استحصال روغن در آزمایشگاه استفاده شد. پس از استخراج روغن، برای جدا کردن آب، روغن و تفاله از یکدیگر، از دستگاه سانتریفیوژ استفاده شد. سپس عدد پراکسید روغن خالص در آزمایشگاه تعیین گردید. تعیین عدد پراکسید مجدداً برای نمونه‌هایی که یک هفته در انبار ماندند نیز به همین ترتیب تکرار شد (Parvaneh, 2010).

برای تعیین درصد اسیدیته روغن زیتون، از استاندارد شماره ۴۱۷۸ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استفاده شد. مقدار دو گرم روغن زیتون در ۲۵ میلی‌لیتر کلروفرم خالص حل گردید، سپس دو میلی‌لیتر از این نمونه با ۲۵ میلی‌لیتر الکل خنثی مخلوط شد. پس از آن، شش قطره فنل فتالئین به این مخلوط افزوده شد و عمل تیتر روی هیتر با حرارت ملایم توسط سود تیترازول ۰/۱ نرمال انجام گرفت. مقدار سود مصرفی خوانده شد و طبق معادله ۲، اسیدیته بر حسب اسید اولئیک برای ۱۰۰ گرم روغن زیتون محاسبه گردید (Parvaneh, 2010).

$$\text{درصد اسیدیته روغن} = \frac{0.0282 \times 100 \times V}{W} \quad (۲)$$

که در آن، V: حجم سود مصرفی و W: وزن نمونه (گرم) است.

مقدار ۱۰ گرم روغن زیتون هر نمونه در ۵۰ لیتر هگزان حل شد و در قیف جداکننده ریخته شد. سپس سه بار با ۳۰ میلی‌لیتر محلول متانول:آب مقطر به نسبت ۳:۲ عمل استخراج انجام شد. هر بار قیف جداکننده حدود پنج دقیقه تکان داده شد و محصول استخراجی هر سه مرحله با هم مخلوط شدند و سپس توسط دستگاه تقطیر در خلأ وارد و در دمای ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه عمل تغلیظ صورت گرفت و متانول و هگزان آن خارج گردید. باقی‌مانده در ۱/۵ میلی‌لیتر متانول حل گردید و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمون در ظروف کوچک نگهداری شد. برای سنجش پلی‌فنل، ۰/۳ میلی‌لیتر از عصاره فوق در بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن پنج میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتیو افزوده شد و پس از ۱۳ دقیقه، یک میلی‌لیتر سدیم کربنات اشباع به آن اضافه گردید و سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. پس از گذشت یک ساعت، در طول موج ۷۲۵ نانومتر در برابر شاهد، میزان جذب قرائت گردید (Gutfinger, 1981).

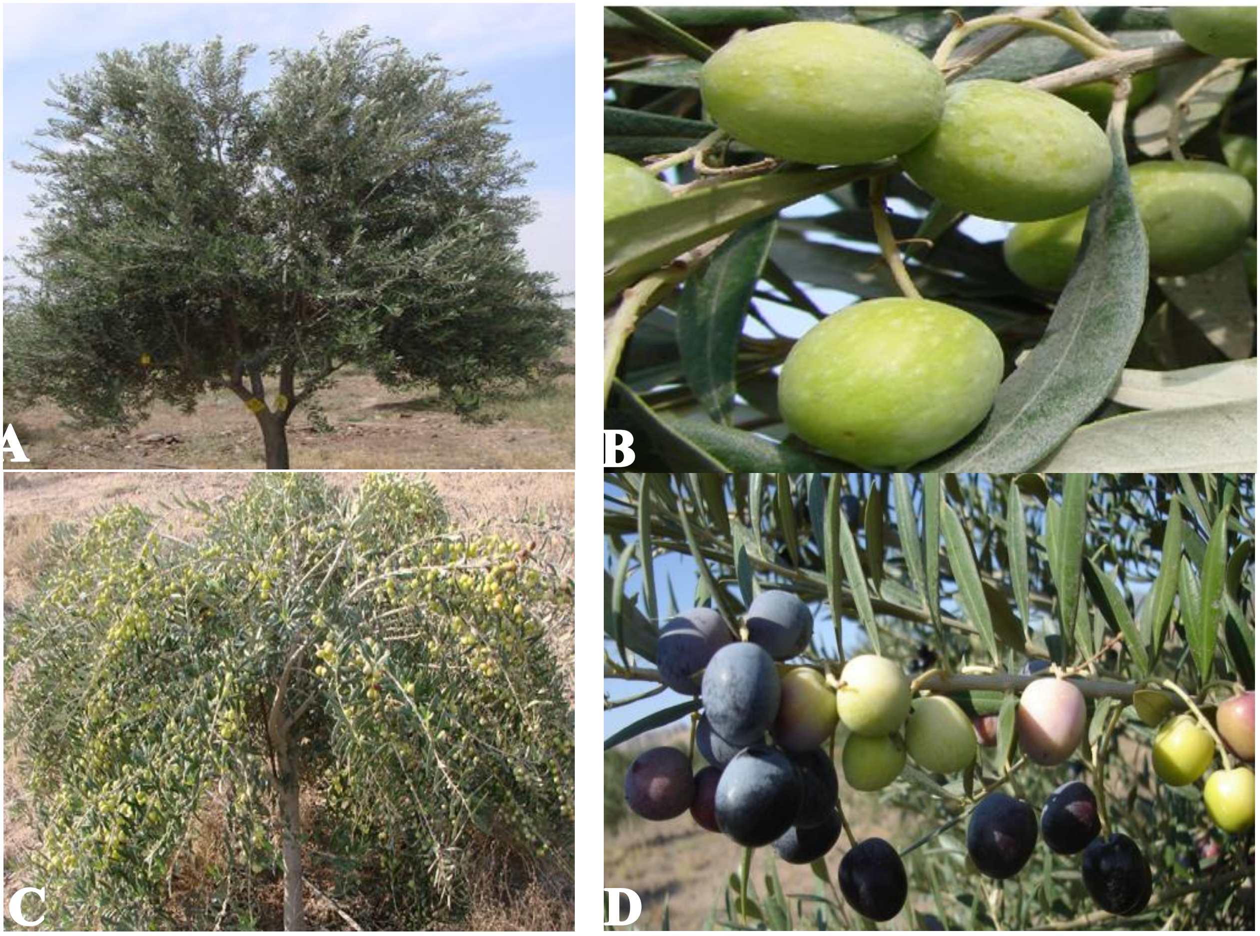
برای تعیین درصد روغن از دستگاه سوکسله استفاده شد. تعداد ۱۰ عدد میوه از هر درخت یک کرت به‌طور تصادفی انتخاب شدند و در آزمایشگاه، هسته‌های آن‌ها توسط هسته‌گیر جدا گردیدند. سپس گوشت میوه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد. پس از ۲۴ ساعت که میوه‌ها خشک شدند، مقدار دو گرم از گوشت میوه‌های هر نمونه توسط دستگاه خردکن آزمایشگاهی خرد گردید و در میان دستمال گذاشته شد. با گذاشتن دستمال حاوی نمونه در داخل دستگاه سوکسله، در این دستگاه مقدار روغن آن توسط حلال دی اتیل اتر جدا گردید. سپس با اندازه‌گیری مجدد وزن نمونه، درصد روغن نمونه تعیین شد (Parvaneh, 2010).

برای آماده‌سازی نمونه جهت تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)، ابتدا ۰/۲ گرم روغن در لوله آزمایش درب سمباده‌ای ریخته شد، سپس به آن سه میلی‌لیتر هگزان و ۰/۴ میلی‌لیتر پتاس متانولی اضافه گردید و به‌مدت ۳۰ ثانیه به‌شدت تکان داده شد. پس از تکان دادن، لوله آزمایش حاوی این محلول داخل حمام آب گرم در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد. پس از گذشت پنج تا ۱۰ دقیقه، لوله آزمایش از داخل بشر بیرون آورده شد و هم زده شد. این عمل چند بار تکرار گردید تا زمانی‌که کدری اولیه که بالای لوله

آزمایش مشاهده می‌شد، برطرف گردید و محلول حاصل کاملاً شفاف گردید. تجزیه کروماتوگرافی استرهای متیل با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی HP (Hewlet Packard) مجهز به دتکتور یونیزاسیون شعله‌ای (FID) (با مشخصات ستون ۵۰ متر طول و ۰/۲۵ میلی‌متر قطر) مجهز به سیستم کامپیوتری تزریق شد. دمای دتکتور و قسمت تزریق هر دور روی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آون روی ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. گاز هلیوم با سرعت ۱۵ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل عمل کرد. مقدار تزریق از محلول متیل استرهای آماده‌شده، ۰/۱ میکرومتر بود. مدت ۵۰ دقیقه طول کشید تا نمونه آنالیز گردد و از دستگاه خارج شود (Parvaneh, 2010).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین آن‌ها به‌روش چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.



شکل ۱- ارقام زیتون مورد مطالعه. درخت زیتون رقم 'زرد' (A)، میوه زیتون رقم 'زرد' (B)، درخت زیتون رقم 'آربکین' (C)، میوه زیتون رقم 'آربکئین' (D)

Figure 1- Studied olive cultivars. Olive tree cv. 'Yellow' (A), Olive fruit cv. 'Yellow' (B), Olive tree cv. 'Arbequina' (C), Olive fruit cv. 'Arbequina' (D)

عکس‌ها از زیتون‌های در حال رویش در ایستگاه اتکا منجیل گرفته شده است.

Photos have been taken from growing olives in Manjil ETKA Station.

نتایج

اسیدیته: اثر ساده ارقام زیتون و زمان برداشت و اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر شاخص اسیدیته میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین اثر ساده (جدول ۲) و اثر متقابل (جدول ۳) رقم و زمان برداشت نشان داد که بالاترین اسیدیته میوه (۵/۲۵ و ۵/۱۰ درصد) در رقم 'آربکین'، به‌ترتیب برداشت‌شده در دو زمان هشتم و اول آذر به‌دست آمد. پایین‌ترین

اسیدیته میوه (۲/۹۱ درصد) نیز در میوه رقم 'آربکین' برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان به‌دست آمد (جدول ۳).

پراکسید: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده ارقام زیتون و زمان برداشت و اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر شاخص پراکسید میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان برداشت (جدول ۳) نشان داد که بالاترین ارزش پراکسید میوه (۹۵/۹۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم) از رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ اول آذر به‌دست آمد. از طرف دیگر، پایین‌ترین ارزش پراکسید میوه (پنج میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم) از رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان به‌دست آمد.

پلی‌فنل: جدول ۱ حاکی از این است که اثر ساده ارقام زیتون و زمان برداشت و اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر شاخص پلی‌فنل میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان برداشت روی مقدار پلی‌فنل میوه (جدول ۳) نشان داد که بالاترین ارزش این شاخص (۸۱۵/۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان به‌دست آمد. از طرف دیگر، پایین‌ترین ارزش پلی‌فنل میوه (۳۴۶/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ هشتم آذر به‌دست آمد.

اسید اولئیک: براساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، در چهار تیمار مقدار اسید اولئیک میوه بالا بود. هر چهار تیمار نیز مربوط به رقم 'زرد' زیتون بود. میوه رقم 'زرد' برداشت‌شده در چهار تاریخ اول آذر و بیست‌وچهارم، دهم و هفدهم آبان به‌ترتیب با ۷۷/۸۹، ۷۵/۳۳، ۷۴/۵۸ و ۷۴/۴۳ درصد، بالاترین درصد اسید اولئیک را داشتند. پایین‌ترین درصد اسید اولئیک (۵۸/۷۱ درصد) نیز مربوط به رقم 'آربکین' برداشت‌شده در سوم آبان بود. براساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۱، هر سه اثر ساده ارقام زیتون و زمان برداشت و اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر شاخص اسید اولئیک میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

روغن: اثر ساده رقم و زمان برداشت بر شاخص درصد روغن میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، امّا اثر متقابل این دو فاکتور بر درصد روغن میوه معنی‌دار نبود (جدول ۱). بررسی جدول ۲ و جدول ۳ نشان داد که بالاترین درصد روغن میوه (۵۴ و ۵۲ درصد)، به‌ترتیب در رقم 'آربکین' برداشت‌شده در دو زمان هشتم و اول آذر به‌دست آمد. پایین‌ترین درصد روغن میوه (۴۵ درصد) نیز در میوه رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان به‌دست آمد.

نیرو: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم و زمان برداشت بر شاخص نیروی لازم برای جدا کردن دم میوه از فرابر میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، امّا اثر متقابل این دو فاکتور بر شاخص نیروی لازم برای جدا کردن دم از فرابر معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲ و جدول ۳) نشان داد که بیشترین نیرو (۶/۳۰ نیوتن) برای جدا کردن دم از فرابر میوه رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان به‌کار گرفته شد. از طرف دیگر، کمترین نیرو (۳/۲۰ نیوتن) برای جدا کردن دم از فرابر میوه رقم 'آربکین' برداشت‌شده در تاریخ هشتم آذر به‌کار گرفته شد.

جدول ۱- آنالیز واریانس اثر ارقام و زمان برداشت روی صفات اندازه‌گیری‌شده در زیتون

Table 1- Analysis of variance of the effect of cultivars and harvest time on measured traits in olive

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نیرو Power	روغن Oil	اسید اولئیک Oleic acid	پلی‌فنل Polyphenol	پراکسید Peroxide	اسیدیته Acidity
		میانگین مربعات Mean of squares					
تکرار Replication	2	0.71ns	9.27**	281.29**	0.72ns	1.75ns	6.84**
رقم (A) Cultivar (A)	1	50.47**	92.83**	3373.85**	525.70**	30.61**	15.43**
زمان برداشت (B) Harvest time (B)	5	37.10**	42.20**	75.83**	567.04**	63.46**	54.20**
رقم × زمان برداشت A × B	5	1.99ns	1.31ns	15.50**	66.73**	21.78**	4.37**
خطا Error	22	0.39	0.002	0.36	179.56	39.86	0.08
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	13.46	3.45	0.88	2.55	20.10	4.5

ns و **: به‌ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: Non- significant, significant at the1% of probability level

جدول ۲- اثر ساده ارقام و زمان برداشت بر صفات اندازه‌گیری‌شده در زیتون

Table 2- The effect of cultivar and harvest time on the measured traits in olive

تیمارها Treatments	نیرو Power (N)	روغن Oil (%)	اسید اولئیک Oleic acid (%)	پلی‌فنل Polyphenol ($mg.kg^{-1}$)	پراکسید Peroxide ($meq.kg^{-1}$)	اسیدیته Acidity (%)
A_1	5.43a*	47.00b	74.04a	576.49b	37.22a	3.78b
A_2	3.93b	52.00a	62.30b	747.08a	25.57b	4.13a
B_1	6.72a	44.00e	64.92e	705.30a	8.71d	1.12d
B_2	6.08a	46.00d	68.04c	628.10b	13.58d	1.25c
B_3	5.09b	48.00c	68.50c	556.29c	26.19c	1.30c
B_4	4.18c	50.00c	69.55b	484.83d	42.09b	1.44b
B_5	3.38d	53.00b	71.17a	419.61e	65.05a	1.56a
B_6	2.66d	56.00a	66.87d	357.63f	32.77c	1.61a

* حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن را نشان می‌دهد.

A: رقم و B: زمان برداشت. A_1: رقم زرد، A_2: رقم آربکین، B_1: ۸/۳، B_2: ۸/۱۰، B_3: ۸/۱۷، B_4: ۸/۲۴، B_5: ۹/۱ و B_6: ۹/۸

* Means followed by the same letter within each column shows no significant differences at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

A: Cultivar and B: Harvest time. A_1: 'Yellow' cultivar, A_2: 'Arbequina' cultivar, B_1: 7th Nov., B_2: 14th Nov., B_3: 21th Nov., B_4: 28th Nov., B_5: 24th Oct., and B_6: 31th Oct

جدول ۳- اثر متقابل ارقام × زمان برداشت بر صفات اندازه‌گیری‌شده در زیتون

Table 3- The interaction effect of cultivar and harvest time on the measured traits in olive

تیمارها Treatments	نیرو Power (N)	روغن Oil (%)	اسید اولئیک Oleic acid (%)	پلی‌فنل Polyphenol ($mg.kg^{-1}$)	پراکسید Peroxide ($meq.kg^{-1}$)	اسیدیته Acidity (%)
A_1B_1	6.30a	45.00c	71.13b	815.90a	5.00d	3.25d
A_1B_2	5.70b	50.00ab	74.58a	715.48b	13.73d	3.42d
A_1B_3	5.20c	46.00b	74.43a	616.14c	41.89bc	3.32d
A_1B_4	5.10c	47.00b	75.33a	527.47d	38.41bc	3.93c
A_1B_5	4.50cd	50.00ab	77.89a	437.57ef	95.90a	4.39bc
A_1B_6	4.10cd	51.00ab	70.89b	346.43i	33.70c	4.71b
A_2B_1	5.20c	46.00b	58.71e	594.49c	12.41d	2.91e
A_2B_2	4.91c	46.00b	61.49d	547.20d	13.42d	3.52cd
A_2B_3	4.50cd	50.00ab	62.56cd	496.44e	15.00d	3.97c
A_2B_4	4.25cd	51.00ab	63.76c	442.18ef	45.76a	4.52b
A_2B_5	3.75d	52.00a	64.44c	401.65g	39.51b	5.10a
A_2B_6	3.20e	54.00a	62.86c	368.83h	31.85c	5.25a

* حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن را نشان می‌دهد.

A: رقم و B: زمان برداشت. A_1: رقم زرد، A_2: رقم آربکین، B_1: ۸/۳، B_2: ۸/۱۰، B_3: ۸/۱۷، B_4: ۸/۲۴، B_5: ۹/۱ و B_6: ۹/۸

* Means followed by the same letter within each column shows no significant differences at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

A: Cultivar and B: Harvest time. A_1: 'Yellow' cultivar, A_2: 'Arbequina' cultivar, B_1: 7th Nov., B_2: 14th Nov., B_3: 21th Nov., B_4: 28th Nov., B_5: 24th Oct., and B_6: 31th Oct

بحث

زمان مناسب برداشت میوه زیتون، نقش بسیار مهمی روی کیفیت میوه دارد. میوه‌ها باید در هنگامی که حاوی بیشترین مقدار تجمع روغن هستند، برداشت شوند (Jami *et al.*, 2016). در پژوهش حاضر، بیشترین مقدار اسید اولئیک و بالاترین درصد روغن در میوه‌های زیتون، به‌ترتیب در میوه‌های برداشت‌شده در اول و هشتم آذر به‌دست آمد. بررسی روی چند رقم زیتون در چین نشان داد که مناسب‌ترین زمان برداشت میوه، اواخر اکتبر (آبان) تا اواسط نوامبر (آذر) است. همچنین، ظاهر و رنگ میوه زیتون طی بلوغ تغییر کرد و ترکیبات مهم شیمیایی آن (همانند قندها، روغن‌ها، اسیدهای آلی، فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها، آنتوسیانین‌ها و برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Kong *et al.*, 2019). تأخیر در برداشت میوه ممکن است باعث افزایش مقدار روغن شود، امّا اثر نامطلوبی روی مرحله زایشی فصل رشد بعد دارد (Jami *et al.*, 2016). یک ارتباط معنی‌داری بین تغییرات مقادیر قند کل در میوه و برگ و تجمع روغن در میوه وجود داشت، همان‌طور که میزان روغن در میوه در حال افزایش بود، میزان قند در میوه و برگ در حال کاهش بود. درحالی‌که میزان روغن میوه طی بلوغ افزایش یافت، امّا نوع و نسبت اسیدهای چرب تغییر قابل توجهی نداشت. کیفیت میوه و تکامل آن به‌طور عمده به نوع رقم، ویژگی‌های ژنتیکی، درجه بلوغ و شرایط محیطی و زراعی بستگی دارد (Kong *et al.*, 2019). مقدار اسید آلی کل در ارقام مختلف موجود در ترکیه (Domat، Memecik

و Uslu در مراحل مختلف بلوغ (در زمان‌های مختلف) متفاوت بود (Nergiz & Ergönül, 2009). در این مطالعه، یک ارتباط مثبت بین مقدار قند کل و اسید آلی میوه وجود داشت، درحالی‌که این ارتباط بین مقادیر روغن و اسیدهای آلی کل قابل توجه نبود.

مطالعه روی برخی ارقام زیتون نشان داد که نسبت بین قندها (در نتیجه شیرینی نسبی) نیز در مراحل مختلف بلوغ یک میوه و بین ارقام مختلف میوه زیتون (Ladoelia، Drys و Kato Korakou) متفاوت است (Emmanouilidou *et al.*, 2020). الگوی کاهش در مقدار فنول کل میوه طی بلوغ یک ویژگی وابسته به رقم است (Emmanouilidou *et al.*, 2020). در پژوهش حاضر، تفاوت بین مقدار اسید اولئیک و درصد روغن در ارقام 'زرد' و 'آربکین' معنی‌دار بود، به‌طوری‌که اسید اولئیک رقم 'زرد' نسبت به رقم 'آربکین' و درصد روغن رقم 'آربکین' نسبت به رقم 'زرد' بیشتر بود. اسید اولئیک، مهم‌ترین اسید چرب غیراشباع میوه زیتون است و بالا بودن مقدار آن باعث افزایش کیفیت میوه می‌شود (Banilas *et al.*, 2005). تفاوت ارقام در تجمع مقدار ترکیبات اولیه و ثانویه از جمله اسیدهای چرب در برخی مطالعات گزارش شد (Nergiz & Ergönül, 2009; Jami *et al.*, 2016; Rezaei Kalaj *et al.*, 2020; Emmanouilidou *et al.*, 2020). تفاوت در مقدار و ترکیب اسیدهای چرب بین ارقام مختلف می‌تواند به‌دلیل تفاوت در میزان فعالیت آنزیم‌های غیراشباع‌کننده در بین این ارقام باشد (Banilas *et al.*, 2005). بررسی مقدار اسید اولئیک در ۱۲ رقم و ژنوتیپ داخلی و خارجی آشکار کرد که رقم 'بلیدی' به‌دلیل داشتن اسید اولئیک بیشتر نسبت به ارقام دیگر (ملک‌شاهی، لمسکی زرد، شیراز، مانزانیلا، آربکین، لچینو، والانولیا و تالمو) دارای کیفیت روغن بالاتری است (Soltani *et al.*, 2017). طی دوره فرآوری و انبارمانی، تفاوت بین مقدار اسید اولئیک در اکثر این ارقام و ژنوتیپ‌ها نسبت به زمان برداشت معنی‌دار نبود (Soltani *et al.*, 2017). تجمع روغن در میوه زیتون بیشتر به رقم بستگی دارد و بیشترین مقدار روغن قبل از رسیدگی کامل تجمع می‌یابد (Asefie Najaf Abadi *et al.*, 2010). مطالعه روی ارقام 'کرونایکی' و 'میشن' نشان داد که بین زمان‌های مختلف برداشت و میزان روغن زیتون تفاوت معنی‌داری وجود داشت (Asefie Najaf Abadi *et al.*, 2010). مقدار تجمع روغن در میوه زیتون وابسته به رقم است و در سه رقم 'زرد'، 'لچینو' و 'روغنی' با پیشرفت رسیدگی میوه افزایش یافت (Hamidoghli *et al.*, 2008).

تعداد گل‌آذین و گل در شاخه، تعداد و وزن میوه و مقدار روغن در ماده خشک در چند رقم زیتون (کنسروالیا، آمیگدالولیا، کاریدولیا، کرونایکی، آربکین، زرد و روغنی) و زمان‌های مختلف برداشت متفاوت بود (Jami *et al.*, 2016). این محققان بیان کردند که مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زیتون برای تهیه کنسرو، اوایل مهر ماه و برای استخراج روغن، اواخر مهر ماه می‌باشد. با پیشرفت رسیدگی میوه، درصد روغن نیز افزایش می‌یابد (Dag *et al.*, 2011; Jami *et al.*, 2016). بنابراین، میوه‌ها باید هنگامی‌که بیشترین تجمع روغن را دارند، برداشت شوند. در مطالعه جامی و همکاران (Jami *et al.*, 2016) روی ارقام مختلف زیتون، بیشترین مقدار روغن در ماده خشک در میوه‌های برداشت‌شده در برداشت پنجم (آخرین مرحله برداشت) تجمع یافته بود. بین ارقام در ارتباط با بسیاری از صفات از جمله مقدار روغن تفاوت معنی‌داری وجود داشت و از بین هفت رقم مورد مطالعه، رقم 'آمیگدالولیا' بیشترین مقدار روغن را داشت.

مطالعه روی ارقام 'کرونایکی' و 'میشن' در منطقه گرگان نشان داد که مقدار روغن در ماده خشک و درصد اسید چرب آزاد با افزایش درجه رسیدگی افزایش یافت، درحالی‌که با پیشرفت رسیدگی از ارزش پراکسید کاسته شد (Asefie Najaf Abadi *et al.*, 2010). یکی از علت‌های کاهش ارزش پراکسید طی رسیدگی، کاهش در فعالیت لیپوکسی‌ژناز است. این آنزیم با اثر روی اسید لینولنیک و اسید لینولئیک، ارزش پراکسید را بالا می‌برد (Hamidoghli *et al.*, 2008). در اواخر دوره برداشت، کاهش دما باعث کاهش پراکسید شد، زیرا کاهش دما موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده روغن می‌گردد (Asefie Najaf Abadi *et al.*, 2010). براساس این نتایج، بهترین زمان برداشت برای ارقام فوق، اوایل آذر ماه است. نتایج پژوهش حاضر، یافته‌های این محققان را کاملاً تأیید می‌کند. طبق نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، میزان پراکسید میوه زیتون در رقم 'زرد' بیشتر از رقم 'آربکین' بود. زمان‌های مختلف برداشت نیز اثر بسیار معنی‌داری روی میزان پراکسید داشت، به‌طوری‌که میوه‌های برداشت‌شده در سوم آبان دارای کمترین میزان پراکسید و میوه‌های برداشت‌شده در اول آذر دارای بیشترین میزان پراکسید بودند، امّا بعد از آن یعنی هشتم آذر، میزان پراکسید نسبت به اول آذر به نصف کاهش یافت. میزان پراکسید در روغن زیتون، نشان‌دهنده ارزش پراکسید میوه نیست و ممکن است به‌دلیل اکسیداسیون ترکیبات فنلی اتفاق بیفتد (Hamidoghli *et al.*, 2008).

پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین و کمترین نیروی لازم برای جدا کردن دم از فرابر، به‌ترتیب در میوه‌های رقم 'زرد' و 'آربکین' برداشت‌شده در تاریخ سوم آبان و هشتم آذر به‌کار گرفته شد. عوامل مؤثر در ریزش میوه شامل محل قرارگیری میوه روی شاخه اصلی و طول دم‌گل می‌باشد که لرزش در مسیر محور اصلی و شاخه اصلی و انتقال آن به میوه سبب ریزش می‌شود. اندازه طول دم‌گل ژنتیکی می‌باشد که در مورد رقم 'آربکین' که یک رقم اصلاح‌شده است، طول دم‌گل زیاد سبب ریزش دیرهنگام آن می‌شود، به‌طوری‌که هرچه طول دم‌گل بیشتر باشد، نیروی بیشتری برای ریزش نیاز می‌باشد.

نتیجه‌گیری

مدیریت زمان برداشت محصول زیتون نقش مؤثری روی حفظ کیفیت میوه دارد. زمان بلوغ کامل، یک پیش‌نیاز برای زمان برداشت میوه در هر رقم و کیفیت محصولات زیتون است. زمان برداشت و نگهداری مناسب بعد از برداشت، دو عامل مهم کمیت و کیفیت روغن زیتون هستند. تعیین دقیق زمان برداشت زیتون به عوامل مختلفی بستگی دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مناسب‌ترین زمان برای برداشت زیتون رقم 'زرد'، ۱۷ آبان و برای رقم 'آربکین'، ۲۴ آبان است. بالاترین درصد اسید چرب اولئیک، در رقم 'زرد' برداشت‌شده در تاریخ ۱۷ آبان به‌دست آمد که از نظر افزایش کیفیت، عالی است. در رقم 'آربکین' برداشت‌شده در تاریخ ۲۴ آبان، درصد روغن در حد قابل قبول بود. در هر دو رقم، تأخیر بیشتر در برداشت نسبت به تاریخ‌های فوق، درصد روغن را افزایش می‌دهد، ولی روی مراحل زایشی سال بعد تأثیر منفی می‌گذارد و شاید یکی از علل سال‌آوری زیتون، تأخیر بیش از حد در برداشت باشد.

References

1- Asefie Najaf Abadi, A., Hemmatie, K., Ghasem Neghad, A., Ghazaieyan, M., & Ebrahimie P. (2010). Determination of harvesting time of two cultivars olive and its effect on quality and quantity of oil in Gorgan region. *Journal of Horticultural Science*, *24*(1), 70–74. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1389i1.3655

2- Banilas, G., Moressis, A., Nikoloudakis, N., & Hatzopoulos, P. (2005). Spatial and temporal expressions of two distinct oleate desaturases from olive (*Olea europaea* L.). *Plant Science*, *168*, 547–555. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.09.026

3- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., & Ben-David, E. (2011). Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, *127*(3), 358–366. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.008

4- Emmanouilidou, M.G., Koukourikou-Petridou, M., Gerasopoulos, D., & Kyriacou, M.C. (2020). Evolution of physicochemical constitution and cultivar-differential maturity configuration in olive (*Olea europaea* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, *272*, 109516. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109516

5- Ferguson, L., Rosa, U.A., Castro-Garcia, S., Lee, S.M., Guinard, J.X., Burns, J., Krueger, W.H., O'Connell, N.V., & Glozer, K. (2010). Mechanical harvesting of California table and oil olives. *Advances in Horticultural Science*, *24*(1), 53–63. https://www.jstor.org/stable/i40109869

6- Gutfinger, T. (1981). Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, *58*, 966–968. https://doi.org/10.1007/BF02659771

7- Hamidoghli, Y., Jamalizadeh, S., & Ramzani Malekroudi, M. (2008). Determination of harvesting time effect on quality and quantity of olive (*Olea europea* L.) oil in Roudbar regions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, *6*, 238–241.

8- Jami, M., Rabiei, V., & Taheri, M. (2016). Effect of harvesting time on fruit weight, oil accumulation and productivity of some olive cultivars (*Olea europaea* L.) in Tarrom region (Zanjan province). *Iranian Journal of Horticultural Science*, *47*(2), 265–273 (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJHS.2016.58526

9- Khosravi, H., Saedi, S.I., & Rezaei, M. (2021). Real-time recognition of on-branch olive ripening stages by a deep convolutional neural network. *Scientia Horticulturae*, *287*, 110252. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110252

10- Kong, W., Han, R., Liu, N., Bai, W., Ma, J., Bai, X., Liang, J., Wang, J., & Zhang, J. (2019). Dynamic assessment of the fruit quality of olives cultivated in Longnan (China) during ripening. *Scientia Horticulturae*, *253*, 8–16. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04037

11- Nergiz, C., & Ergönül, P.G. (2009). Organic acid content and composition of the olive fruits during ripening and its relationship with oil and sugar. *Scientia Horticulturae*, *122*(2), 216–220. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.05.011

12- Parvaneh, V. (2010). *Food quality control and chemical testing*. Tehran University Press, Tehran, Iran, 332 p.

13- Rallo, L., Díez, C.M., Morales-Sillero, M., Miho, H., Priego-Capote, F., & Rallo, P. (2018). Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. *Scientia Horticulturae*, *233*, 491–509. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.034

14- Ravetti, L. (2008). Guide to efficient olive harvesting. *Rural Industries Research and Development Corporation*, ISSN 1440-6845.

15- Rezaei Kalaj, Y., Zeinanloo, A.A., Tavusi, S.M., & Emadpour, M. (2020). The evaluation of biochemical and organoleptic properties of some promising table olive genotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *51*(1), 139–151 (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJHS.2018.254821.1428

16- Soltani, S., Seifi, E., Ghasemnejad, A., & Fereidooni, H. (2017). The study of some native and exotic olive cultivars and genotypes in terms of morphological diversity, oil quality and fatty acid composition. *Journal of Plant Production*, *23*(2), 1–22 (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.23222050.1395.23.2.1.7

17- Zeinanloo, A.A., & Zeinaloo, A.A. (2014). Olive oil and its health benefits. *Qazvin University of Medical Sciences Press, Qazvin, Iran*, pp. 15. (In Persian).